

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2/Priority
DOC
12/21/01
L. J.

JC542 U.S. PTO
09/631067



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 9 年 8 月 1 1 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 2 7 9 7 6 号

出 願 人
Applicant (s):

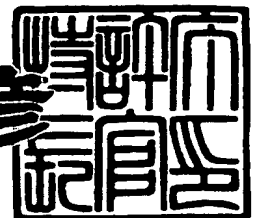
株式会社半導体エネルギー研究所



2 0 0 0 年 5 月 2 6 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 3 9 0 4 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 P004293-01

【提出日】 平成11年 8月11日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 G02B 5/02

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

 【氏名】 木村 肇

【特許出願人】

 【識別番号】 000153878

 【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

 【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 002543

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フロントライト及び電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有するフロントライトであって、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、

前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ であることを特徴とするフロントライト。

【請求項 2】 光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有するフロントライトであって、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は、平行な直線でなる対辺と、曲線でなる対辺でなる四辺に囲まれ、かつ前記直線でなる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形であり、

前記柱状レンズは前記直線でなる対辺のうち短い辺が含まれる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、前記柱状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とするフロントライト。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、前記柱状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とするフロントライト。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 において、前記柱状レンズは前記導光板と同じ材料で形成されていることを特徴とするフロントライト。

【請求項 5】 光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の回転体状レンズとを有するフロントライトであって、

前記回転体状レンズの形状は、平行な直線でなる対辺と、対向する曲線でなる対辺とでなる四辺に囲まれ、かつ前記直線でなる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形を前記垂線を回転軸にする回転体であり、

前記線対称な図形において、1つの曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記直線でなる対辺の短い辺との交点と前記任意の点を結ぶ直線とがなす角は、前記回転体状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあり、

前記回転体状レンズは、前記短い辺がつくる平面で前記導光板と接していることを特徴とするフロントライト。

【請求項6】 請求項5において、前記回転体状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とするフロントライト。

【請求項7】 請求項5において、前記回転体状レンズの材料は前記導光板と同じであることを特徴とするフロントライト。

【請求項8】 液晶パネルと、前記液晶パネルを照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、

前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記導光板の全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ であることを特徴とする電子機器。

【請求項9】 光センサと、光センサの読みとり対象物を照明するフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、

前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、

前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記導光板の全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ であることを特徴とする電子機器。

【請求項10】 液晶パネルと、前記液晶パネルを表示画面側から照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の

柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は、平行な直線でなる対辺と、曲線でなる対辺でなる四辺に囲まれ、かつ前記直線でなる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形であり、

前記柱状レンズは、前記直線でなる対辺のうち短い辺が含まれる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、1つの曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、前記柱状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項 1 1】 光センサと、光センサの読みとり対象物を照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は、平行な直線でなる1対辺と、曲線でなる対辺でなる四辺に囲まれ、かつ前記直線でなる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形であり、

前記柱状レンズは前記直線でなる対辺のうち短い辺が含まれる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、前記柱状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項 1 2】 請求項 8 ～ 1 1 のいずれか 1 項において、

前記柱状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とする電子機器。

【請求項 1 3】 請求項 8 ～ 1 1 のいずれか 1 項において、

前記柱状レンズは前記導光板と同じ材料で形成されていることを特徴とする電子機器。

【請求項 1 4】 液晶パネルと、前記液晶パネルを表示画面側から照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の

回転体状レンズとを有し、

前記回転体状レンズの形状は、平行な直線となる 1 対の対辺と、曲線となる 1 対の対辺とでなる四辺に囲まれ、かつ前記直線の中点を通る垂線に線対称な図形を前記垂線を回転軸にした回転体であり、

前記回転体状レンズは、前記直線となる対辺の短い辺がつくる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結ぶ直線とがなす角は、前記回転体状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項 15】 光センサと、光センサの読みとり対象物を照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の回転体状レンズとを有し、

前記回転体状レンズの形状は、平行な直線となる対辺と、曲線となる対辺とでなる四辺に囲まれ、かつ前記直線の中点を通る垂線に線対称な図形を前記垂線を回転軸にする回転体であり、

前記回転体状レンズは、前記直線となる対辺のうち短い辺がつくる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結ぶ直線とがなす角は、前記回転体状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項 16】 請求項 14 又は 15 において、前記回転体状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とする電子機器。

【請求項 17】 請求項 14 又は 15 において、前記回転体状レンズの材料は前記導光板と同じであることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は反射型液晶パネルなどを照明するために用いられるフロントライト及びフロントライトを備えた電子機器に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、携帯型機器として、表示装置に反射型LCD（液晶表示装置）が搭載されている製品が増えている。反射型LCDは外光を画面の表示に利用しているので、最も電力を消費するバックライトが不要なので、バッテリー駆動の携帯型機器の使用時間を延ばすことができるからである。その反面、反射型LCDは周囲が暗い場合は画面も暗くなり、見にくいという欠点がある。そこで、その欠点を補うために、周囲が暗い場合に反射型の液晶パネルを照明するためのフロントライトが開発された。

【0003】

図13は従来のフロントライトの一例であるプリズム型フロントライトの構成図である。フロントライトは、プリズム面が形成された平板状の導光板1と、導光板1の側面に設けられた光源2と、光源2からの光を導光板に効率良く導くためのリフレクタ3とでなる。光源2には冷陰極管やLEDなどが用いられる。

【0004】

次に、従来のプリズム型フロントライトの機能について述べる。線光源2が非点灯状態では、図13（A）に示すように、周囲からの外光6が導光板のプリズムが形成した上面1aへ入射し、下面1bから出射し、反射型LCD5の画素電極で反射される。反射光は導光板1を透過して使用者の眼球に達する。

【0005】

図13（B）に線光源2の点灯時のフロントライトの作用を示す。図13（B）に示すように、光源2からの出射した光8はランプリフレクタ3で反射されながら、導光板1の側面1aに入射する。導光板1に入射した光は導光板1の上面1cと下面1dで反射・屈折を繰り返しながら、側面1bに向かって伝搬する。このとき光はスネルの法則、フレネルの法則に従って反射・屈折していく。よって臨界角よりも小さい角度で導光板1の上面1cまたは下面1dと空気の界面に

入射した光は、導光板 1 の下面 1 d から空気へと出射する。このときの透過率はフレネルの法則から求めることができる。導光板 1 から出射した光は反射型液晶パネル 5 に入射し、表示に有効な照明光になる。液晶パネル 5 に入射光は液晶で変調され画素電極で反射して、再び導光板 1 の下面 1 d から入射し上面 1 c から出射して、使用者の眼球に到達する。

【0006】

以上のプリズム型フロントライトについては、液晶ディスプレイセミナ 9 8 部材技術テキスト E-6(4)：反射型カラー液晶の応用を広げるフロントライト技術や、月刊 FPD Intelligence：1998.9：P22：ソニー 反射型低温 poly-Si TFT-LCD を発表、日経エレクトロニクス：1998.6.1：P41：「反射型カラーが相次ぎ登場、本格普及に向け離陸開始」、1999 SID Symposium Digest of Technical Papers p 912「Front lights for Reflective LCDs Based on Light guides with Micro-Grooves」などに記載されている。

【0007】

プリズム型フロントライトでは、導光板の下面に凹凸をつくることにより、下面での全反射条件を破るようにしたが、例えば、導光板に屈折率の異なる媒質と接触させることにより全反射条件が破られるようにもできる。この構成はフロントライトではないが、インクドット型のバックライトに用いられている。インクドット型バックライト用の導光板には、導光板下面に白いインクをドット状に印刷してある。インクドットに入射した光は、そこで散乱される。散乱された光の導光板上面に対する入射角は臨界角よりも小さいため、光は導光板の外に出る。インクドットの大きさ、ピッチ、密度などを最適化することにより、導光板上面から出射する光量を面内で均一にしている。

【0008】

しかしながら、従来のプリズム型のフロントライトは光の利用効率が低いという欠点がある。フロントライトは反射型 LCD と組み合わせて使用されるが、フロントライトを動作させるために消費電力が大きくなると、低消費電力という反射型 LCD の最大の長所を損なうことになる。

【0009】

光利用効率を低下させる原因は、第 1 に、図 1 3 (B) に示すようにプリズム面に入射した光の一部は屈折され、導光板 1 の上面 1 c から光 1 1 が出射してしまうことである。光 1 1 は液晶パネルを照射しないので、損失となってしまう。その結果、光利用効率が下がるため輝度が低下するので、これを補うには光源の消費電力を上げる必要がある。またこの上面 1 c からの出射光 1 1 は使用者側に出射しているが、表示に無関係な光なため使用者に認識されてしまうことでコントラストの低下の原因となる。

【0 0 1 0】

第 2 に、導光板 1 内に入射した光が下面 1 b から出射しにくいので、導光板 1 中で損失する率が高いことである。この結果、光利用効率が下がり、輝度も低くなる。これは、小さい入射角で導光板側面 1 a へ入射した光は上面 1 c ・ 下面 1 b で反射される回数が少ないためであり、全反射条件を破るような状態になりにくい。全反射条件が破られないと光は導光板 1 内を反射しながら伝搬し続け、やがて減衰してしまうことになる。

【0 0 1 1】

第 3 に、導光板 1 から LCD 側へ光源からの光線が出射する時に、出射角（導光板下面 1 d に対する法線と光線のなす角）が大きいということである。これは、全反射の臨界角より小さい角度で導光板下面 1 d に入射した光だけが導光板 1 の外に出ることができることに起因する。

【0 0 1 2】

導光板 1 内を伝搬する光は伝搬していくうちに下面 1 d への入射角が徐々に小さくなり、やがて全反射条件を満たさなくなって、下面 1 d への入射角が臨界角より若干小さくなった段階で導光板下面 1 d から空気へ出射する。従って、その出射角は 9 0 度に近くなる。このような光線は反射型液晶パネル 5 に対して垂直に入射しないので、結果、光利用効率を低下させている。

【0 0 1 3】

このプリズム型フロントライトの欠点を改善したのが、突起型フロントライトである。図 1 4 にその構成を示す。フロントライトは導光板 2 1、光源 2 2、リフレクタ 2 3 であり、導光板下面 2 1 d の断面は長形状の凹凸になっている。

【0 0 1 4】

フロントライトを点灯しない時には、図 1 4 (A) で矢印で示すように、外光が導光板の上面 2 1 a に入射し導光板 2 1 を透過して、反射型液晶パネルを照明する。液晶パネルで反射された光が使用者の眼球に到達する。

【0 0 1 5】

フロントライトを点灯した時には、図 1 4 (B) で矢印に示すように、光源 2 を出射した光はリフレクタで反射されながら、導光板側面 2 1 a に入射する。入射光は上面 2 1 c と下面 2 1 d の間を全反射しながら、側面 3 1 b に向かって導光板 2 1 中を伝搬する。導光板 2 1 の内部を伝搬している光のうち上面 2 1 c に入射する光は全反射条件が破られにくいので、上面 2 1 c から光がほとんど外に出ることがない。また下面 2 1 d に入射した光のうち凸部底面 2 4 a や凹部底面 2 4 b に入射した光は全反射条件を破ることがないので、凸部底面 2 4 a や凹部底面 2 4 b から導光板 2 1 の外に光が出ることはない。

【0 0 1 6】

他方、凸部側面 2 4 c に入射した光は、その入射角が臨界角よりも小さくなるので、凸部側面 2 4 c を透過する。このように突起型フロントライトは導光板 2 1 の上面 2 1 a から出射する光がほとんどないため、プリズム型のフロントライトよりも光の損失分は少なくなっている。

【0 0 1 7】

また、図 1 5 に示すように、導光板 3 1 の下面の突起 3 4 の断面形状を台形状にしたフロントライトも知られている。図 1 5 のフロントライトの機能も図 1 4 のフロントライトと同様であり、導光板 3 1 の突起の断面形状を逆テーパ形状にすることにより、凸部側面 3 4 c で光を透過させている。図 1 5 において、図 1 4 と同じ部材は同じ符号を付した。

【0 0 1 8】

以上の突起型フロントライトについては、ASIA DISPLAY 98 : p897 「A front-lighting System Utilizing A Thin Light Guide」などで発表されている。突起型フロントライトの特徴は上述したプリズム型フロントライトの第 1 の問題点を解消していることである。プリズム型フロントライトでは、光源からの光が上面

(使用者側) から出射していたが、突起型フロントライトでは突起物の側面 2 4 c に入射した光だけが導光板の外に出ることができるため、光損失が小さくなり、またコントラストの低下が抑えられる。

【0 0 1 9】

【本発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 1 4 に示したように、反射型液晶パネル 2 5 を照明する光は突起物の側面 2 4 c に入射した光である。しかしながら、凸部側面 2 4 c からの出射角が大きいために、反射型液晶パネル 2 5 への入射角が大きいという問題点は依然として解決されていない。入射角大きいということは、光が画素電極に対して斜めから入射していることであり、光利用効率を低下させているということである。更に、凸部側面 2 4 c に入射した光だけが導光板 2 1 から出射できるため、導光板 2 1 から光が出射しにくくなっている。そのため伝搬中に損失してしまう確率が高いままであり、この問題点も依然として解決されていない。

【0 0 2 0】

本発明の課題は上述した突起型フロントライトの問題点を解消して、光利用効率の高いフロントライトを提供することにある。また、フロントライトによって、反射型液晶パネルをできるだけ垂直方向から照明できるようにし、さらに導光板中を伝搬の途中で減衰してしまう光を少なくして、光利用効率を向上することにある。

【0 0 2 1】

【課題を解決するための手段】

上述した問題点を解消するために、本発明のフロントライトは光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ を満たすことを特徴とする。

【0 0 2 2】

上記の構成において、柱状レンズの形状は等脚台形を底面とする多角柱であり

、従来の突起型フロントライトの突起に相当するものであり、導光板内を伝搬する光を外へ出射させるための光学部材である。

【 0 0 2 3 】

等脚台形の上底とは 1 対の平行線でなる対辺のうち短い辺をさし、下底は長いほうの辺をさす。柱状レンズはこの上底が含まれる側面において、接着層など他の媒質を介さないで導光板の下面と接している。反射型液晶パネルや密着型光センサは柱状レンズの下底が作る側面に対向して配置され、フロントライトによって照明される。

【 0 0 2 4 】

光源の非点灯時は、外光が導光板の上面から入射して、導光板、コリメータシートを透過した後、反射型パネルや密着型センサを照明する。

【 0 0 2 5 】

光源の点灯時は、光源からの光は導光板側面にへ入射し、導光板の上面／下面と空気との界面の間で全反射を氏ながら導光板中を伝搬する。伝搬中に、導光板下面と柱状レンズの界面に入射した光は柱状レンズに入射する。

【 0 0 2 6 】

柱状レンズの屈折率は導光板の屈折率と可能な限り同一にすることが望ましい。屈折率が異なると、導光板と柱状レンズの境界面で屈折したり反射したりするため、この境界面が使用者に視認されやすくなる。屈折率が同じであれば、導光板／柱状レンズの境界面に入射した光は反射成分が生じないため、全て柱状レンズに入射させることができる。少なくともコリメータシートの屈折率は導光板よりも低くする。屈折率を同じにするには、柱状レンズを導光板と同じ材料で作製することが最も簡便である。

【 0 0 2 7 】

入射した光は、上記等脚台形の脚が含まれる柱状レンズ側面と空気との界面に入射する。図 1 4、図 1 5 の従来例のフロントライトでは、突起 2 4、3 4 は導光板下面に対してテーパ状に形成されているが、本発明の柱状レンズは逆テーパ状に配置されており、柱状レンズの裁断面において、等脚台形の鈍角を ϕ_{out} とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ_c とした場合、 $90 < \phi_{out} \leq 90$

$+\theta_c$ を満たすため、側面と空気との界面に入射した光のほとんどを全反射させることができ、光利用効率がよい。反射された光は等脚台形の下底がつくる平面に入射して、柱状レンズから出射する。

【 0 0 2 8 】

本発明の特徴は、柱状レンズに入射した光を一旦反射させてから出射させている点にある。従来の突起型フロントライトでは側面で透過した光で液晶パネルを照明しているため、どうしても液晶パネルへの入射角が大きくなってしまう。これに対して、本発明では柱状レンズ側面で光を反射させて、光の方向を変えてから出射しているため、反射型液晶パネルへの入射角を小さくでき、結果、光利用効率が高められる。

【 0 0 2 9 】

このため、本発明では、柱状レンズの裁断面が基本的な導光板下面に対して逆テーパ状に配置されている。即ち、裁断面が出射側（液晶パネルが配置される側）から導光板側に向かってすぼまった形状に設けられることが重要である。裁断面は必ずしも台形である必要はなく、例えば、平行な直線となる対辺と、曲線となる対辺となる四辺に囲まれ、かつ前記直線の中点を通る垂線に線対称な図形とすることもできる。

【 0 0 3 0 】

この図形は等脚台形の脚を曲線に変形したものに相当する。この裁断面において、1つの曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と短いほうの辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、理想的には前記柱状レンズの全反射の臨界角に等しく、少なくとも臨界角 ± 3 度の範囲に含まれるようにする。この構成により、曲面がつくる柱状レンズの側面に入射した光の反射率を高くできる。

【 0 0 3 1 】

なお臨界角 θ_c は導光板が接する媒質の屈折率によって変わるが、一般的な使用環境ではその媒質は空気になるため、等脚台形の鈍角 ϕ_{out} は導光板と空気の境界面での全反射の臨界角 θ_c を基準にして決定すればよい。

【 0 0 3 2 】

また、柱状レンズの代わりに、上記線対称な図形を対称軸周りに回転させた回転体状のレンズを用いることもできる。回転体状レンズは出射側から導光板に向かってすばまる向きに配置される。

【 0 0 3 3 】

上述したように、本発明の柱状レンズまたは回転体状レンズは、出射側（液晶パネルが配置される側）から導光板側に向かってすばまる向きに設けられるため、柱状レンズを導光板と一体形成することは非常に難しい。このため、本発明では、導光板を加工せずに平板状とし、複数の柱状レンズまたは回転体状レンズを別に作製し、これら複数のレンズを導光板に接して設けている。

【 0 0 3 4 】

【実施形態】 図を用いて、本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 3 5 】

〔実施形態 1〕

本実施形態は側面に垂直な平面による裁断面が等脚台形状の柱状レンズを用いたフロントライトに関する。

【 0 0 3 6 】

図 1 は本実施形態のフロントライトの構成を示す図である。図 1 (A) はフロントライトの断面図であり、図 1 (B) はコリメータシートの斜視図であり、図 1 (C) は柱状レンズの斜視図であり、図 1 (D) は側面に垂直な平面による柱状レンズの裁断面の図である。

【 0 0 3 7 】

図 1 (A) に示すように、導光板 1 0 1 の側面 1 0 1 a には光源 1 0 2 が配置され、光源 1 0 2 の背後にはリフレクタが設けられている。また、導光板 1 0 1 の下面に接してコリメータシート 1 0 4 が設けられている。ここで説明の便宜上、導光板 1 0 1 の上面 1 0 1 c は使用者に対面する平面をいい、下面 1 0 1 d は上面 1 0 1 c の対面をさすこととする。

【 0 0 3 8 】

導光板 1 0 1 は直方体状の透明材料でなる平板であり、4 つの側面が短辺が長辺に比べて非常に短い長方形である直方体である。導光板 1 0 1 の材料は可視光

に対する透過率（全光線透過率）が 80%、好ましくは 85% 以上であって、屈折率が $2^{1/2}$ よりも大きいほど、導光板 101 の入射角が 90 度の光を側面 101a で屈折させて、導光板 101 内部に導くことができるためである。本実施形態では屈折率が 1.4 ~ 1.7 の範囲にある材料を選ぶ。

【0039】

このような透明材料としては石英やほう珪酸ガラス等の無機ガラス（屈折率 1.42 ~ 1.7、透過率 91 ~ 80%）や、プラスチック材料（樹脂材料）を用いることができる。プラスチックとしては、メタクリル樹脂（代表的にはアクリルで知られるポリメチルメタクリレート、屈折率 1.49、透過率 92 ~ 93%）、ポリカーボネート（屈折率 1.59、透過率 88 ~ 90%）、ポリアリレート（屈折率 1.61、透過率 85%）、ポリ-4-メチルペンテン-1（屈折率 1.46、透過率 90%）AS 樹脂 [アクリロトリル・スチレン重合体]（屈折率 1.57、透過率 90%）、MS 樹脂 [メチルメタクリレート・スチレン重合体]（屈折率 1.56、透過率 90%）、これらの樹脂を混合した材料を用いることができる。

【0040】

光源 102 は冷陰極管や LED が用いられ、導光板 101 の側面 101a にそって配置される。また 2 つの光源を対向して設けてもよい。

【0041】

コリメータシート 104 はベースフィルム 105 と、ベースフィルム 105 上に平行に配列された複数の柱状レンズ 106 とでなる。図 1 (C)、(D) に示すように、裁断面が等脚台形である多角柱状である。なお、説明の都合上、柱状レンズ 106 の 4 つ側面のうち、等脚台形の上底 106w が含まれる側面を上面 106a とし、下底 106x が含まれる側面を下面 106b とし、脚 106y、106z が含まれる側面を側面 106c、106d とする。

【0042】

コリメータシート 104 において、柱状レンズ 106 はベースフィルム 105 に下面 106b が接して配置されている。また、コリメータシート 104 は上面 106a が導光板 101 の下面 101d に密着するように設けられている。ペー

スフィルム 1 0 5 と反射型液晶パネルは必ずしも密着させなくてもよいが、柱状レンズ 1 0 6 と導光板 1 0 1 はその間に他の媒質を介さずに密着させることが重要である。

【 0 0 4 3 】

ベースフィルム 1 0 5 の材料には P E T 等の可視光の透過率が 8 0 % 以上の樹脂フィルムが好適に用いられる。また柱状レンズ 1 0 6 の材料には導光板 1 0 1 と同じく、可視光に対する透過率（全光線透過率）が 8 0 %、好ましくは 8 5 % 以上であって、屈折率が 1. 4 ～ 1. 7 の範囲にある材料を選ぶ。上述した導光板 1 0 1 の材料を用いることができる。加工や価格の点からはプラスチック材料が好適である。また、柱状レンズ 1 0 6 の材料は導光板 1 0 1 の屈折率と同じになるように選択する。これは柱状レンズ 1 0 6 と導光板 1 0 1 との境界面で、光が反射したり屈折しないようにするためである。

【 0 0 4 4 】

本実施形態では柱状レンズ 1 0 6 の材料は導光板 1 0 1 と同じにして、屈折率 1. 4 9 のポリメチルメタクリレート（アクリル）とする。ベースフィルム 1 0 5 の材料は P E T とした。

【 0 0 4 5 】

以下、図 2 を用いて、コリメータシート 1 0 4 の機能及び柱状レンズ 1 0 6 の形状について説明する。

【 0 0 4 6 】

光源 1 0 2 を点灯しない場合は、外光が導光板 1 0 1 の上面 1 0 1 c から入射する。入射した光は導光板 1 0 1、コリメータシート 1 0 4 を透過した後、反射型 LCD で反射し、またコリメータシート 1 0 4、導光板 1 0 1 を透過した後、使用者の眼球に到達する。

【 0 0 4 7 】

光源 1 0 2 を点灯した場合は、光源 1 0 2 からの光はリフレクタ 1 0 3 で反射されながら、側面 1 0 1 a から導光板 1 0 1 に入射する。光は導光板 1 0 1 の上面 1 0 1 c と下面 1 0 1 d の間を全反射しながら伝搬する。

【 0 0 4 8 】

空気から側面 1 0 1 a に入射した光が導光板の下面 1 0 1 d (又は上面 1 0 1 c) に入射するときの入射角 θ_1 はスネルの法則と導光板 1 0 1 の幾何学的形状 (断面が長方形) から、 $90 - \theta_c \leq \theta_1 \leq 90$ を満たす。 θ_c は空気に対する導光板 1 0 1 の全反射の臨界角である。導光板側面 1 0 1 a に入射角 90 度で入射した光は上面 1 0 1 c (又は下面 1 0 1 d) に入射角 $90 - \theta_c$ で入射し、側面 1 0 1 a に入射角 0 度で入射した光は上面 1 0 1 c (又は下面 1 0 1 d) には入射角 90 で入射することから、入射角 θ_1 の範囲が導かれる。

【0049】

入射角 θ_1 が臨界角 θ_c よりも大きければ、光 1 2 1 は空気と導光板 1 0 1 の境界面で全反射する。導光板 1 0 1 の屈折率は $2^{1/2}$ ($\sin^{-1}45$) よりも大きいので、 θ_c は 45 度よりも小さくなる。ここで入射角 θ_1 は臨界角 θ_c より大きいので、下面 1 0 1 d (又は上面 1 0 1 c) と空気の境界面に入射した光は全反射される。このときの反射角は入射角 θ_1 に等しくなる。このように導光板 1 0 1 の上面 1 0 1 c、又は下面 1 0 1 d において、空気との境界面で全反射を繰り返しながら光源 1 0 2 からの光が導光板 1 0 1 内を伝搬して、側面 1 0 1 a から側面 1 0 1 b まで達することができる。

【0050】

本実施形態の場合、導光板 1 0 1 をアクリル (屈折率 1.49) で作製したので、臨界角 θ_c は約 42 度であり、導光板 1 0 1 の下面 1 0 1 d 又は上面 1 0 1 c に入射する光の入射角 θ_1 は $48 < \theta_1 \leq 90$ を満たせばよい。

【0051】

図 2 に示すように導光板 1 0 1 の下面 1 0 1 d において、空気との境界面に入射した光 1 2 1 は全反射されるが、柱状レンズ 1 0 6 との接触面に入射した光 1 2 2 は柱状レンズ 1 0 6 中に入射する。柱状レンズ 1 0 6 の屈折率は導光板 1 0 1 と等しいため、光 1 2 2 の屈折角は入射角 θ_1 に等しく、光 1 2 2 は屈折されずに柱状レンズ 1 0 6 に入射する。

【0052】

柱状レンズ 1 0 6 に入射した光 1 2 3 は側面 1 0 6 d に入射角 θ_2 で入射して、そこで反射される。この反射光は下面 1 0 6 b に入射角 θ_3 で入射する。ここ

で、 θ_2 は側面 1 0 6 d の法線と光線がなす角であり、 θ_3 は下面 1 0 6 b の法線と光線がなす角である。

【 0 0 5 3 】

側面 1 0 6 d での反射により、入射角 θ_3 は空気に対する柱状レンズ 1 0 6 の全反射の臨界角よりも小さい角度になっているため、柱状レンズ 1 0 6 の下面 1 0 6 b に入射した光 1 2 4 はへ出ることが可能である。柱状レンズ 1 0 6 の下面 1 0 6 d から出射した光は反射型液晶パネルを照明する。入射角で入射し、この光は反射型 LCD の画素電極で反射され、コリメータシート 1 0 4、導光板 1 0 1 を透過した後、観測者の眼球に到達する。

【 0 0 5 4 】

本実施形態では、柱状レンズ 1 0 6 の側面 1 0 6 d (1 0 6 c) で光線を反射させてから、液晶パネルを照明するようにしているので、液晶パネルへの入射角を小さくすることができる。この結果、液晶パネルの画素電極を垂直に照明する光の成分が大きくなるので、光が効率良く利用される。

【 0 0 5 5 】

上述したように、側面 1 0 6 d (1 0 6 c) で反射させた光をより高効率に液晶パネルに導くには、柱状レンズ 1 0 6 の側面 1 0 6 c、1 0 6 d での反射率をできるだけ高く、理想的には全反射させればよい。以下、全反射させるための条件について考える。

【 0 0 5 6 】

上述したように、導光板 1 0 1 と柱状レンズ 1 0 6 との境界面 (柱状レンズ 1 0 6 の上面 1 0 6 a) における入射角 (及び屈折角) θ_1 の範囲は、 $90 - \theta_c \leq \theta_1 \leq 90$ である。一方、柱状レンズ 1 0 6 の側面 1 0 6 c (1 0 6 d) への入射角 θ_2 が空気に対する柱状レンズ 1 0 6 全反射の臨界角以上であれば、光は側面 1 0 6 c (1 0 6 d) で全反射する。同じ材料で作製したため、柱状レンズ 1 0 6 の全反射の臨界角は導光板 1 0 1 の臨界角 θ_c に等しく、全反射させるには $\theta_c \leq \theta_2 \leq 90$ が満足されればよい。

【 0 0 5 7 】

ここで、柱状レンズ 1 0 6 の裁断面である等脚台形の鈍角 ϕ_{out} とした場合、

θ_2 は幾何学の定理から、

$$90 + \theta_2 = \phi_{\text{out}} + (90 - \theta_1)$$

を満たし、

$$\theta_2 = \phi_{\text{out}} - \theta_1$$

となる。

【0058】

ここで、図3 (A) に示すように等脚台形の鈍角 $\phi_{\text{out}} \doteq 90$ 、つまり $\phi_{\text{out}} = 90 + \alpha$ ($|\alpha| \ll 0$) を想定する。柱状レンズ106の上面106aに入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ で入射する光125は側面106d (106c) への入射角 $\theta_2 = \alpha + \theta_c$ となるので、側面106d (106c) で全反射する。しかしながら、 $\theta_1 > 90 - \theta_c$ で入射する光126は、側面での反射角 $\theta_2 < \theta_c$ となるため、点線で示すように透過成分が生じ、光利用効率を低下させてしまう。

【0059】

また、等脚台形の鈍角 $\phi_{\text{out}} = 90 + \theta_c$ を想定する。上面106aへの入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ の場合は、側面106c、106dへの入射角 $\theta_2 = 2\theta_c$ となるので、柱状レンズ側面106c、106dで全反射する。 $\theta_1 = 90$ のときは、入射角 $\theta_2 = \theta_c$ となるので全反射する。つまり $\phi_{\text{out}} = 90 + \theta_c$ であれば、柱状レンズの側面106c、106dに入射した光は全反射する。

【0060】

最後に、図3 (B) に示すように $\phi_{\text{out}} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ を想定する。一点鎖線で示したように $\phi_{\text{out}} = 90 + (90 - \theta_c)$ の場合は、入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ の光127の光路は等脚台形の脚と平行になる。従って、 $\phi_{\text{out}} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ のときは、入射角 θ_1 が $90 - \theta_c \leq \theta_1 < \phi_{\text{out}}$ で上面106aに入射する光は、柱状レンズ側面106c、106dで反射されずに下面106bから出てしまう。

【0061】

以上のことから、柱状レンズ106の側面106c、106dで光を反射させるには、 $90 < \phi_{\text{out}} < 90 + (90 - \theta_c)$ 、より好ましくは $90 < \phi_{\text{out}} \leq 90 + \theta_c$ ($\theta_c < 45$ の場合) とする。本実施形態の場合は、 $\theta_c \doteq 42$ 度であ

るので、 $90 < \phi_{\text{out}} \leq 90 + 48$ 、より好ましくは $90 < \phi_{\text{out}} \leq 90 + 42$ にするとよい。

【0062】

等脚台形の鈍角 ϕ_{out} を小さいほうが望ましいのは、 ϕ_{out} が大きくなるほど画質が劣化しやすいからである。に示すように、反射型液晶パネルで反射された光はコリメータシート 104 に入射する。図 3 (C) では簡単のため、コリメータシート 104 ベースフィルム 105 での屈折は無視し、柱状レンズ 106 の下面 106b への入射角を 0 度とする。柱状レンズ 106 内に入射した光のうち、側面 106c、106d を透過する光 128 は、柱状レンズ 106 と空気の屈折率との違いのため側面で屈折されてから導光板 101 に入射するので、画像が劣化の原因となる。一方、上面 106a を透過する光 129 は、柱状レンズ 106 と導光板 101 と屈折率の差がないため屈折されずに導光板 101 に入射するため、画像の劣化は生じない。このように、鈍角 ϕ_{out} が大きくなると、画質の劣化が生じやすいことが分かる。

【0063】

また、柱状レンズ 106 の製造は金型を用いることを考慮すると、金型から柱状レンズ 106 を抜きやすくするには、 ϕ_{out} は 93 度以上とすることが望ましい。

【0064】

以下、等脚台形の鈍角 ϕ_{out} の条件を変えて、柱状レンズの好適なサイズを検討する。

【0065】

図 4 に柱等脚台形の鈍角 ϕ_{out} が直角に近い場合の柱状レンズ 106 の断面を示す。具体的には、 $\phi_{\text{out}} = 95$ 度とした場合の柱状レンズ 106 の幅 $W1$ と間隔 $T1$ と高さ $H1$ の関係を示す。まず第一に、入射光を柱状レンズ側面で反射させるためには、小さい入射角 θ_{11} で入ってきた光 131 であっても柱状レンズの側面に当たらなければならない。よって、 $H1 \geq W1 / \tan \theta_{11} = W1 / 1.11$ の関係を満たせばよい。ここで、 $\theta_{11} = 48$ 度である。

【0066】

次に、大きい入射角 θ_{12} で入ってきた光 1 3 2 について考える。ここで鈍角 ϕ_{out} が $90 + \theta_c$ 小さい。よって、入射角 θ_{12} の大きい光 1 3 2 は、その何割かが柱状レンズの柱状レンズ 1 0 6 を透過してしまう。また、その透過した光が隣の柱状レンズ 1 0 6 に入射してしまうと、反射・屈折を繰り返した後、導光板 1 0 1 に戻り、ついには使用者側に出てしまうなどの不具合を生じる可能性がある。よって、側面を透過した光 1 3 3 は隣の柱状レンズ 1 0 6 に入射しないようにすることが望ましい。

【 0 0 6 7 】

そのためには、 $T1 \geq H1 \cdot \tan(\phi_{out} - \theta_{13})$ 、ここで、 θ_{13} は θ_{12} 光 1 3 2 の側面での屈折角であり、 $1 \times \sin \theta_{13} = 1.49 \times \sin(\phi_{out} - \theta_{12})$ を満たす。しかしながら、入射角 $\theta_{12} = 90$ 度の場合は ϕ_{out} が 90 度に近くなると屈折角 θ_{13} が 0 度に近くなるため、この不等式に従うと、間隔 $T1$ が非常に大きくなってしまうことになる。よって現実的には間隔 $T1$ をできるだけ大きくする程度にとどめざるを得ない。

【 0 0 6 8 】

次に、鈍角 ϕ_{out} が大きい場合、 $\phi_{out} = 132$ 度 ($90 + \theta_c$) の場合を図 5 を用いて考察する。図 5 は柱状レンズの拡大断面図である。 $\phi_{out} = 132$ 度と大きいため、柱状レンズ側面はほとんどの光が全反射されるので、柱状レンズ 1 0 6 を間隔を開けて配置する必要はない。もちろん、間隔を開けても構わない。

【 0 0 6 9 】

次に柱状レンズ 1 0 6 の高さ $H2$ について述べる。もし、高さ $H2$ が低いと柱状レンズ 1 0 6 側面に入射しない光が存在する。その光はそのまま柱状レンズ 1 0 6 の下面 1 0 6 b からベースフィルム 1 0 5 に入射する。しかしながらベースフィルム 1 0 5 と空気との境界間では全反射の条件が破られないため全反射する。もし、この反射光がそのまま導光板 1 0 1 へ戻れば問題はないが、途中で柱状レンズ 1 0 6 に入射して側面での反射・屈折により光線方向が変わると、光が導光板上面から観測者側に出射してしまう可能性がある。そこで、このような場合を避けるためには、たとえ小さい入射角 θ_{21} で柱状レンズ 1 0 6 に入射した光であっても、柱状レンズ側面 1 0 6 c、1 0 6 d に必ず当たるようにしなければならない

【0070】

そのためには、図5に示すように、入射角 $\theta_{21}=48$ の光134の光路が等脚台形の対角線になれば良く、次の式を満足する必要がある。 $H2=(W2+W3) \times \tan(90-\theta_{21})$ 、ここで、 $W3=H2/\tan(180-\phi_{out})$ である。入射角 $\theta_{21}=48$ 度を代入し、 $\phi_{out}=132$ 度を代入して、 $W3$ を消去すると、 $H2=4.76W2$ となり、 $H2$ を決定すると $W2$ の最適値が決定できる。

【0071】

また、柱状レンズの上面106aの幅 W 、高さ H （上面106aと下面106b間の距離）、ピッチ P （幅+間隔）は、導光板101の厚さや大きさ（縦×横の寸法）等にも依存する。また、柱状レンズ106の製造のマージンも考慮する必要がある。幅 W や高さ H は $10\mu m$ のオーダーとし、 $10\sim 50\mu m$ 程度とする。ピッチ P が狭いと、光源102から離れるほど輝度が低くなるため、ピッチ P は $100\mu m$ のオーダー、 $100\sim 500\mu m$ の範囲とすればよい。

【0072】

〔実施形態2〕

本実施形態は、実施形態1の柱状レンズの変形例である。実施形態1では裁断面が等脚台形状の柱状レンズであったが、図3に示すように等脚台形の鈍角の大きさによって、側面106c、106dに入射した光が透過してしまい、光利用効率を下けている。本実施形態は台形の断面を持つ柱状レンズの欠点をなくし、柱状レンズの上面から入射した光は必ずその側面に当たり、かつ全反射させることが可能なレンズに関する。

【0073】

図6は本実施形態のフロントライトの構成を示す図であり、図6（A）はフロントライトの断面図であり、図6（B）はコリメータシートの斜視図であり、図6（C）は柱状レンズの斜視図であり、図6（D）は柱状レンズの側面に垂直な平面で切った裁断面である。

【0074】

本実施形態のフロントライトは実施形態1の柱状レンズを変形したものであり

、他の構成は同じである。図 6 (A) に示すように、導光板 2 0 1 の側面 2 0 1 a には光源 2 0 2 が配置され、光源 2 0 2 の背後にはリフレクタ 2 0 3 が設けられている。導光板 2 0 1 の下面に接してコリメータシート 2 0 4 が設けられている。ここで説明の便宜上、導光板 2 0 1 の上面 2 0 1 c は使用者に対面する平面をさし、下面 2 0 1 d は上面 2 0 1 c の対面をさすこととする。

【 0 0 7 5 】

導光板 2 0 1 は直方体状の透明材料でなる平板である。即ち、4 つの側面が短辺が長辺に比べて非常に短い長方形である直方体である。コリメータシート 2 0 4 はベースフィルム 2 0 5 と、ベースフィルム 2 0 5 上に平行に、等間隔で配列された複数の柱状レンズ 2 0 6 とでなる。

【 0 0 7 6 】

図 6 (D) に示すように、柱状レンズ 2 0 6 の断面は等脚台形の脚を曲線状にした、4 辺で囲まれた図形ある。即ち平行線でなる対辺 2 0 6 w、2 0 6 x と、曲線 2 0 6 y、2 0 6 z でなる対辺で囲まれた図形であり、対辺 2 0 6 w、2 0 6 x の中点を結ぶ直線 2 0 6 k に対象な図形である。なお、説明の都合上、柱状レンズ 2 0 6 の 4 つ側面のうち、直線 2 0 6 w が含まれる側面を上面 2 0 6 a とし、直線 2 0 6 x が含まれる側面を下面 2 0 6 b とし、曲線 2 0 6 y、2 0 6 z が含まれる側面を側面 2 0 6 c、2 0 6 d とする。

【 0 0 7 7 】

コリメータシート 2 0 4 において、柱状レンズ 2 0 6 はベースフィルム 2 0 5 に下面 2 0 6 b が接している。また、コリメータシート 2 0 4 は上面 2 0 6 a が導光板 2 0 1 の下面 2 0 1 d に密着するように設けられている。ベースフィルム 2 0 5 と反射型液晶パネルは必ずしも密着させなくてもよいが、柱状レンズ 2 0 6 と導光板 2 0 1 はその間に他の媒質を介さずに密着させることが重要である。

【 0 0 7 8 】

以下、図 7 を用いて裁断面の形状を説明する。図 7 (A) に示すように、柱状レンズ 2 0 6 と導光板 2 0 1 の接触部の片側の点を A とする。つまり裁断面において、直線 2 0 6 w と曲線 2 0 6 y がなす交点 (頂点) を A とする。そして他方の曲線 2 0 6 z の任意の点を B とする。曲線 2 0 6 z は、点 B での法線 E F と直

線 A B がなす角度 ϕ_0 は空気に対する柱状レンズ 2 0 6 の全反射の臨界角 θ_c になるようにする。即ち、曲線 2 0 6 z は上記の関係を満たす点 B がつくる線であるようにする。曲線 2 0 6 y は直線 2 0 6 x、2 0 6 y の中点をとる直線に対して、曲線 2 0 6 z を対象移動したものである。

【0 0 7 9】

柱状レンズ 2 0 6 の裁断面を図 7 (A) に示す形状とすることにより、図 7 (B) に示すように図 7 の上面 2 0 6 a から入射した光 1 4 1 の側面 2 0 6 d (2 0 6 c) に対する入射角 θ_{41} は $\theta_{41} > \phi_0$ を満たす。ここで、 $\phi_0 = \theta_c$ であるので、 $\theta_{41} > \theta_c$ をとなる。この不等式は上面 2 0 6 a から入射した光 1 4 1 は全て側面 2 0 6 d (2 0 6 c) に入射し、かつ側面 2 0 6 d (2 0 6 c) で全反射することを示している。即ち、側面 2 0 6 d (2 0 6 c) で透過する光がないため、光利用効率が非常に高くなる。また、側面 2 0 6 d (2 0 6 c) で反射させてから、柱状レンズ 2 0 6 の外へ光が出ていくので、反射型液晶パネルへの入射角が小さくなり、光の利用効率を高くできる。

【0 0 8 0】

本実施形態の柱状レンズ 2 0 6 のピッチ P、高さ H、上面 2 0 6 a の幅 W は実施形態 1 と同様にすればよく、ピッチ P は $100 \sim 500 \mu\text{m}$ 、高さ H、幅 W は $10 \sim 50 \mu\text{m}$ とすればよい。また図 7 (A) に示した角度 ϕ_0 が臨界角が等しいことが理想であるが、マージン等を考慮して、 $\phi_0 = \theta_c \pm 3$ 度の範囲にあればよい。例えば、導光板 2 0 1、柱状レンズ 2 0 6 をアクリルで作製した場合には、 θ_c は 42 度であるので、 $39 \leq \phi_0 \leq 45$ の範囲であればよい。

【0 0 8 1】

[実施形態 3]

実施形態 1、2 ではコリメータシートに柱状レンズを用いたが、本実施形態では回転体状のレンズを用いる例を示す。本実施形態は実施形態 2 のコリメータシートの変形例であり、後は実施形態 2 と同様である。図 8 に本実施形態のコリメータシートを示す。

【0 0 8 2】

図 8 (A) に示すように、PET でなるベースフィルム 3 0 5 上に回転体状レ

レンズ 3 0 6 が等間隔に設けられており、また回転体状レンズ 3 0 6 の上面 3 0 6 a が導光板の下面に密着されて設けられる。もちろん回転体状レンズ 3 0 6 と導光板は同じ材料で作製される。図 8 (B) に示すように、回転体状レンズ 3 0 6 は、図 6 (D) や図 7 (A) に示す線対称な図形を対称軸 2 0 6 k の周りに回転させたものである。このような形状にすることにより、実施形態 2 と同様、回転体状レンズ 3 0 6 の上面 3 0 6 a から入射した光を側面 3 0 6 c で反射させてから、下面 3 0 6 b から出射させることができる。

【0083】

実施形態 1、2 の柱状レンズではその形状のため長尺方向（図 1 (A)、図 6 (A) の紙面に垂直な方向）では光を屈曲させることができないが、本実施形態のように回転体状のレンズとすることにより、その奥行き方向においても光を屈曲させることができるため、回転体状レンズ 3 0 6 の配置を最適化することにより、面内の輝度をより均一にすることが可能になる。

【0084】

〔実施形態 4〕

本実施形態では、フロントライトの導光板について述べる。実施形態 1 ～ 3 では、平板型のものを使用してきた。図 9 にくさび形の導光板を用いた場合のフロントライトの断面図を示す。本実施形態は実施形態 2 の変形例である。図 9 において図 6 と同じ符号は同じ部材を示す。

【0085】

導光板 4 0 1 において、対向する側面 4 0 6 a と 4 0 6 b は長方形であり、他の対向する側面は対角をなさない 2 つの角が直角である台形である。くさび形の導光板 4 0 1 の場合、導光板 4 0 1 の周囲が空気だけであっても、側面 4 0 1 a から入射した光は、導光板 4 0 1 中を伝搬していく途中で徐々に外へ出ていく。なぜなら、上面 4 0 1 c と下面 4 0 1 d の間で反射を繰り返すうちに、上面 4 0 1 c や下面 4 0 1 d への入射角が徐々に小さくなって、全反射の条件が破られる。その結果、上面 4 0 1 c や、柱状レンズと接していない下面 4 0 1 d から光が外へ出ていってしまう。従って、使用者側へも光が出ていたり、柱状レンズへの入射角も反射の回数によって変わってしまう。これらの理由から、くさび形

導光板 4 0 1 を用いることは、あまり望ましいことではないが、軽量化には有効である。

【0 0 8 6】

〔実施形態 5〕

本実施形態は実施形態 2 の変形例である。図 1 0 に本実施形態のフロントライトの断面図を示す。図 1 0 において図 6 と同じ符号は同じ構成要素を示す。

【0 0 8 7】

実施形態 2 では柱状レンズ 2 0 6 では等間隔で配置したが、面内での輝度が不均一になる可能性がある。つまり、光源の近くでは明るく、遠くで暗いという輝度分布になる可能性がある。そこで、面内輝度の均一化のために、図 1 0 (A) に示すように、柱状レンズ 2 0 6 を光源 2 0 2 から離れるほど間隔を密にすればよい。間隔を変えた場合の実施例を図 3 2 に示す。光源から遠いほど、間隔は小さくなっている。これにより、面内での輝度を均一化することが可能である。

【0 0 8 8】

なお、実施形態 4、5 は実施形態 2 の変形例として説明したが、実施形態 1、3 にも適用できることはいうまでもない。

【0 0 8 9】

〔実施形態 6〕

本実施形態ではコリメータシートのベースフィルムについて述べる。上記の実施形態では、P E T を用いており、またベースフィルムと反射型液晶パネルとは接触していても、いなくともよいとした。これはベースフィルムが平板であるため、光学的に大きな悪影響を及ぼさないからである。ただし、理想的には柱状レンズ（回転体状レンズ）とベースフィルムとは同じ屈折率であることが望ましい。なぜなら、屈折率が異なればレンズとベースフィルムの界面で反射成分が生じるからである。

【0 0 9 0】

以上のことを踏まえると、柱状レンズ（回転体状レンズ）は必ずしもベースフィルム上に作製する必要はない。そこで、反射型液晶パネルの最上層の部材上に直接、柱状レンズ（回転体状レンズ）を配列してもよい。反射型液晶パネルの最

上層の部材は偏光板、位相差板などの光学フィルムや、タッチパネルであり、それらの上に直接柱状レンズを形成すればよい。

【0 0 9 1】

〔実施形態 7〕

本発明のフロントライトは、直視型の反射型液晶パネルと組み合わせて様々な電子機器の表示部に使用できる。例えば、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、電子書籍など）、ナビゲーションシステムなどの電子機器に適用できる。図 1 1 に本発明のフロントライト付き反射型液晶パネルを搭載した電子機器を示す。

【0 0 9 2】

図 1 1 (A) はパーソナルコンピュータであり、マイクロプロセッサやメモリーなどを備えた本体 2 0 0 1、画像入力部 2 0 0 2、フロントライト付き反射型液晶パネルを用いた表示装置 2 0 0 3、キーボード 2 0 0 4 で構成される。

【0 0 9 3】

図 1 1 (B) はビデオカメラであり、本体 2 1 0 1、フロントライト付き反射型液晶パネルを用いた表示装置 2 1 0 2、音声入力部 2 1 0 3、操作スイッチ 2 1 0 4、バッテリー 2 1 0 5、受像部 2 1 0 6 で構成される。本発明は表示装置 2 1 0 2 に適用される。

【0 0 9 4】

図 1 1 (C) は携帯情報端末であり、本体 2 2 0 1、画像入力部 2 2 0 2、受像部 2 2 0 3、操作スイッチ 2 2 0 4、フロントライト付き反射型液晶パネルを用いた表示装置 2 2 0 5 で構成される。

【0 0 9 5】

図 1 1 (D) はテレビゲームまたはビデオゲームなどの電子遊技機器であり、CPU 等の電子回路 2 3 0 8、記録媒体 2 3 0 4 などが搭載された本体 2 3 0 1、コントローラ 2 3 0 5、表示装置 2 3 0 3、本体 2 3 0 1 に組み込まれたフロントライト付き反射型液晶パネル表示装置 2 3 0 2 で構成される。表示装置 2 3 0 3 と本体 2 3 0 1 に組み込まれた表示装置 2 3 0 2 とは、同じ情報を表示しても良いし、前者を主表示装置とし、後者を副表示装置として記録媒体 2 3 0 4 の

情報を表示したり、機器の動作状態を表示したり、或いはタッチセンサーの機能を付加して操作盤とすることもできる。また、本体 2 3 0 1 とコントローラ 2 3 0 5 と表示装置 2 3 0 3 とは、相互に信号を伝達するために、有線通信としても良いし、センサ部 2 3 0 6、2 3 0 7 を設けて、無線通信または光通信としても良い。

【0 0 9 6】

図 1 1 (D) はプログラムや画像データ、音声データを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を再生するためのプレーヤーであり、本体 2 4 0 1、フロントライト付き反射型液晶パネル表示装置 2 4 0 2、スピーカー部 2 4 0 3、記録媒体 2 4 0 4、操作スイッチ 2 4 0 5 で構成される。尚、記録媒体には DVD (Digital Versatile Disc) やコンパクトディスク (CD) などを用い、音楽プログラムの再生や映像表示、ビデオゲーム（またはテレビゲーム）やインターネットを介した情報表示などを行うことができる。

【0 0 9 7】

図 2 2 (E) はデジタルカメラであり、本体 2 5 0 1、フロントライト付き反射型液晶パネル表示装置 2 5 0 2、接眼部 2 5 0 3、操作スイッチ 2 5 0 4、受像部（図示しない）で構成される。

【0 0 9 8】

また、本発明のフロントライトは反射型液晶パネルの照明だけではなく、他の電子機器の照明にも用いることができ、例えば、図 1 2 に示すように密着型センサ用の光源としてフロントライトを適用することができる。

【0 0 9 9】

フロントライトとしては実施形態 1 ～ 5 のいずれの構成を用いることができる。本実施形態では実施形態 2 のフロントライト 2 0 0 を用いた。図 1 2 において図 6 と同じ符号は同じ部材を示す。図 1 2 (A) は断面図であり、フロントライトの下にはセンサ 7 0 0 が配置されている。センサ 7 0 0 の光学系は縮小系ではなく、等倍系である。つまり、原稿とセンサとの距離が小さいタイプのもので、密着型センサと呼ばれている。本実施形態の密着型センサは 1 次元配列（ラインセンサ）のものでも、2 次元配列（エリアセンサ）のものでも構わない。

【0 1 0 0】

図 1 2 (B) を用いて、密着型センサの構成とセンサによる読みとり時の動作を示す。密着型センサ 7 0 0 にはフロントライト 2 0 0 の下に、ガラス基板 7 0 1 上に光を受け光電変換を行う受光部 7 0 2 と、光を通すための照明窓 7 0 3 等が設けられている。ラインセンサの場合は照明窓 7 0 3 が無い場合もある。受光部 7 0 2 の下にはセルフオックレンズや光ファイバアレイなどの等倍光学系 7 0 4 が配置されている。ただし、この光学系 7 0 4 が無い場合もある。その場合は、完全密着型センサと呼ばれている。

【0 1 0 1】

使用時には、光学系 7 0 4 の下に原稿 7 1 0 を配置する。原稿 7 1 0 と光学系 7 0 4 の間に、ガラス等を挟んでもよい。フロントライトから出射した光は照明窓 7 0 3、光学系 7 0 4 を通過したのち、原稿 7 1 0 へ入射する。原稿 7 1 0 で反射された光は光学系 7 0 4 を通って、受光部 7 0 2 に入射する。この時、本発明のフロントライト 2 0 0 であれば、使用者はフロントライトを介して原稿 7 1 0 を見ることができる。このように読みとり箇所を確認しながら使用できるため、大変便利である。

【0 1 0 2】

【発明の効果】

本発明のフロントライトは、液晶パネルに光を導くために、柱状レンズまたは回転体状レンズを用いることを特徴とし、これらレンズ内に入射した光をレンズ側面で反射することを特長とする。反射させて、光線方向を曲げてから液晶パネルを照明しているため、画素電極に対して垂直に近い方向から照明できるため、照明光が効率良く利用され、その結果、光源点灯時の画面輝度が向上し、消費電力の低減につながる。

【0 1 0 3】

さらに、更に従来のように導光板を加工せずに、平板状の導光板と別に柱状レンズ（回転体状レンズ）を形成することにより、低コスト化が実現できる。なぜなら、導光板に柱状レンズを形成する場合、柱状レンズが正常に形成できなかった時、高額な導光板全体を廃棄処分にしなければならないが、本発明では、柱状

レンズが正常に形成できなかった場合、安価な柱状レンズ（回転体状レンズ）のみを廃棄処分にすればよいからである。

【図面の簡単な説明】

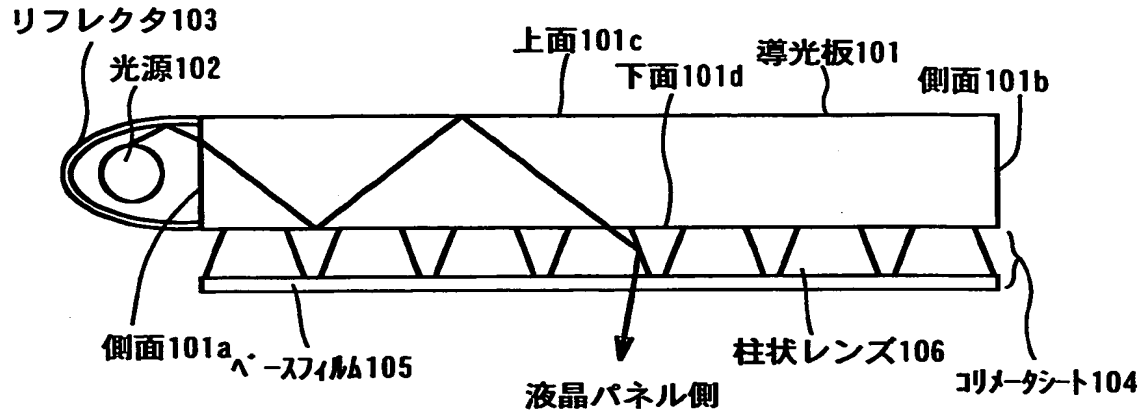
- 【図 1】 本発明のフロントライトの構成を示す図。
- 【図 2】 本発明の柱状レンズの断面図。
- 【図 3】 本発明の柱状レンズの断面図。
- 【図 4】 本発明の柱状レンズの断面図。
- 【図 5】 本発明の柱状レンズの断面図。
- 【図 6】 本発明のフロントライトの構成を示す図。
- 【図 7】 本発明の柱状レンズの断面図。
- 【図 8】 本発明のフロントライトコリメータシートの構成を示す図。
- 【図 9】 本発明のフロントライトの断面図。
- 【図 1 0】 本発明のフロントライトの断面図。
- 【図 1 1】 本発明のフロントライトを用いた電子機器の説明図。
- 【図 1 2】 本発明のフロントライトを用いた密着型センサの説明図。
- 【図 1 3】 従来のプリズム型フロントライトの断面図。
- 【図 1 4】 従来の突起型フロントライトの断面図。
- 【図 1 5】 従来の突起型フロントライトの断面図。

【符号の説明】

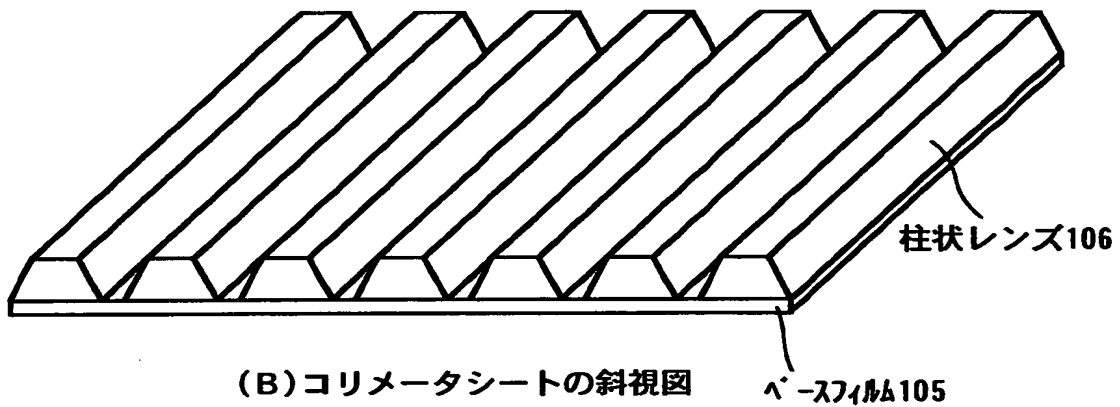
- 1 0 1 導光板
- 1 0 2 光源
- 1 0 3 リフレクタ
- 1 0 4 コリメータシート
- 1 0 5 ベースフィルム
- 1 0 6 柱状レンズ

【書類名】 図面

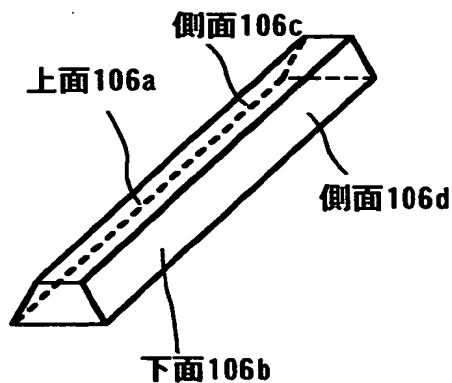
【図 1】



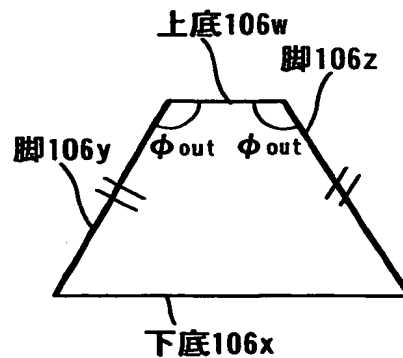
(A) フロントライトの断面図



(B) コリメータシートの斜視図

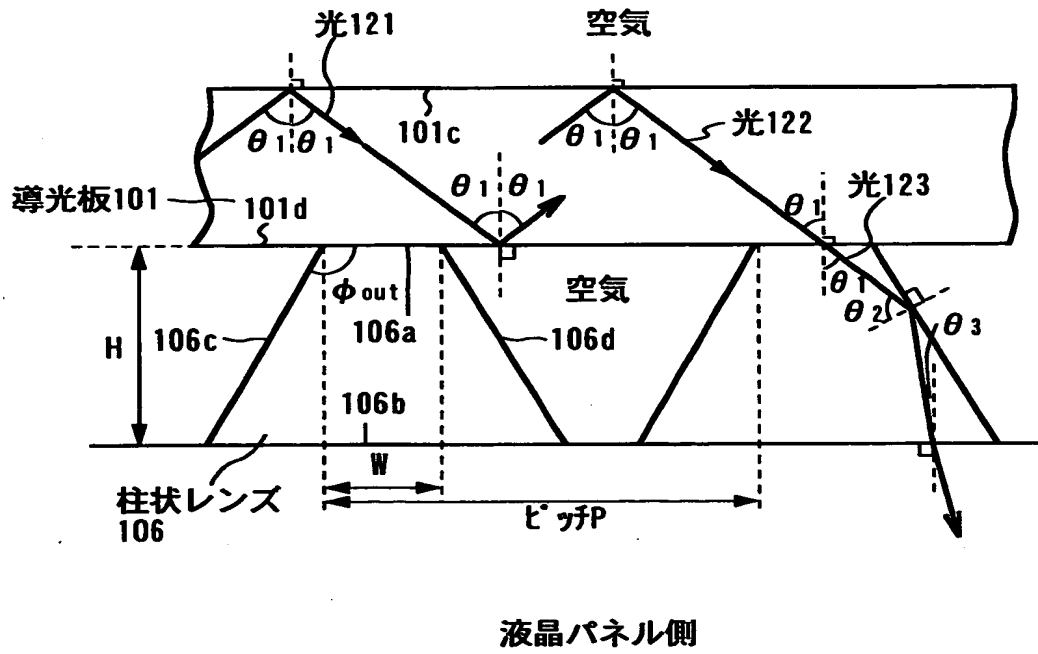


(C) 柱状レンズの斜視図

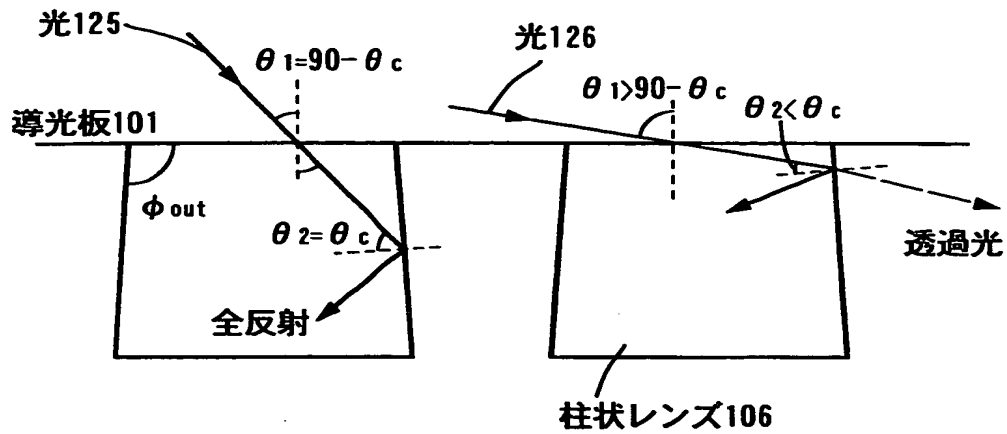


(D) 柱状レンズの裁断面

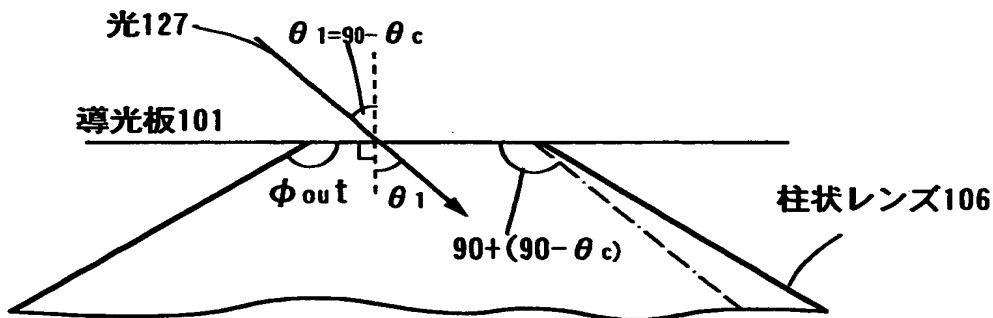
【図 2】



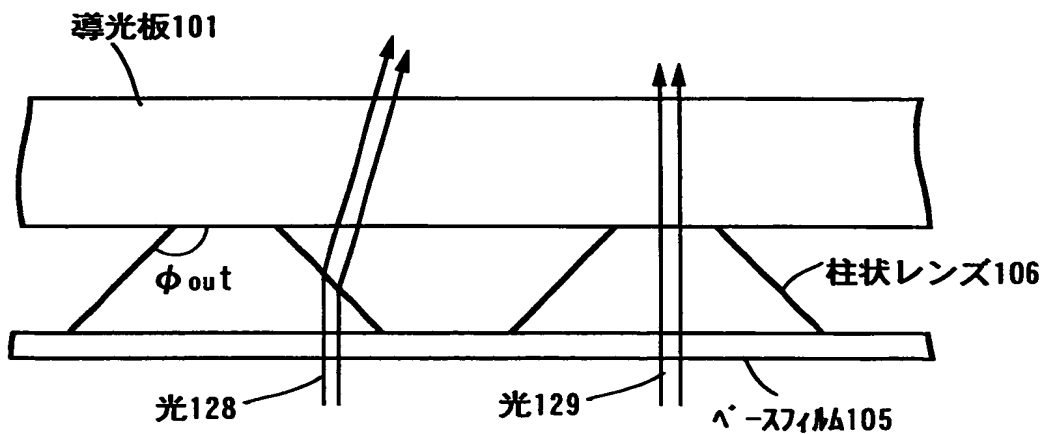
【図 3】



(A) 鈍角 $\phi_{out} \approx 90$ の場合

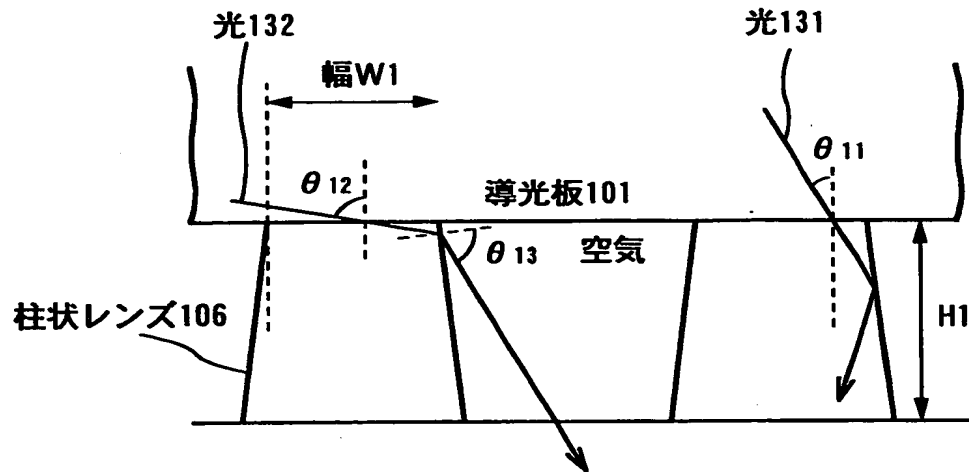


(B) 鈍角 $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ の場合

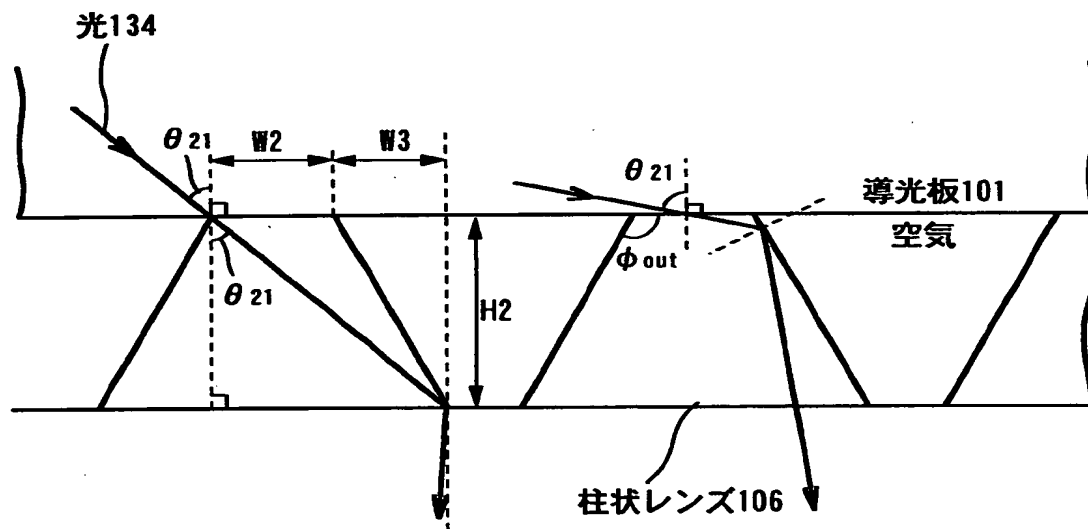


(C) 鈍角 ϕ_{out} と画質の関係

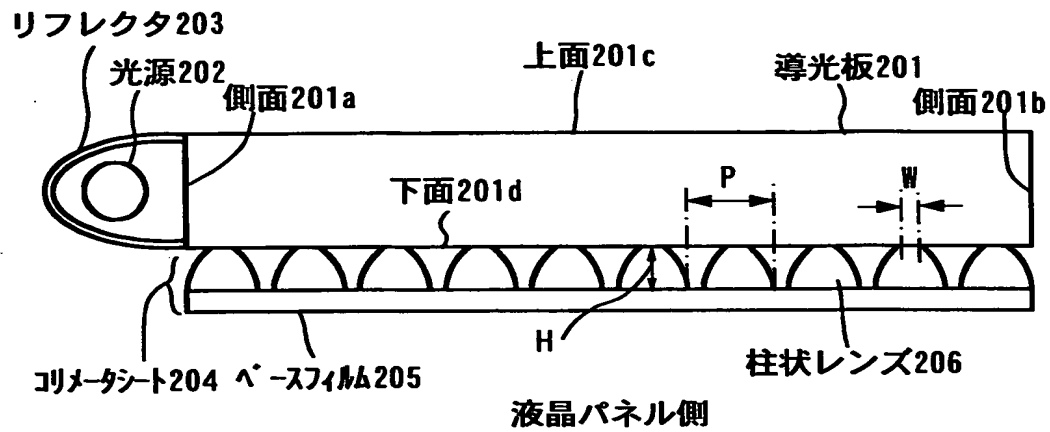
【図 4】



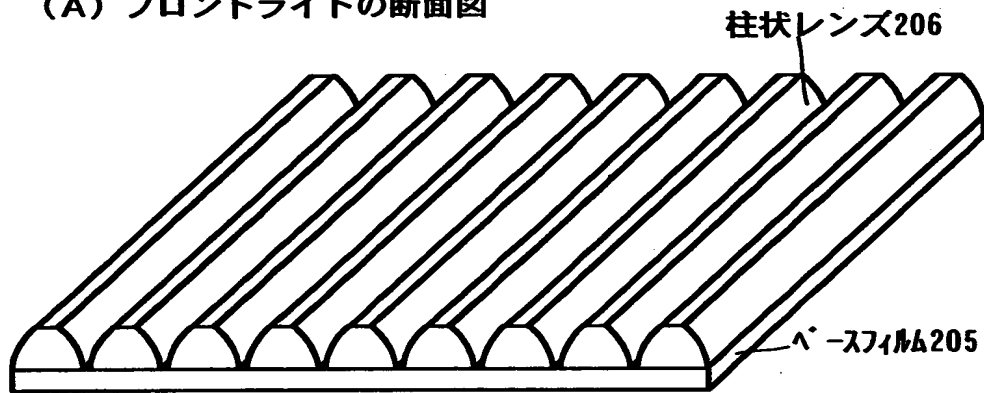
【図 5】



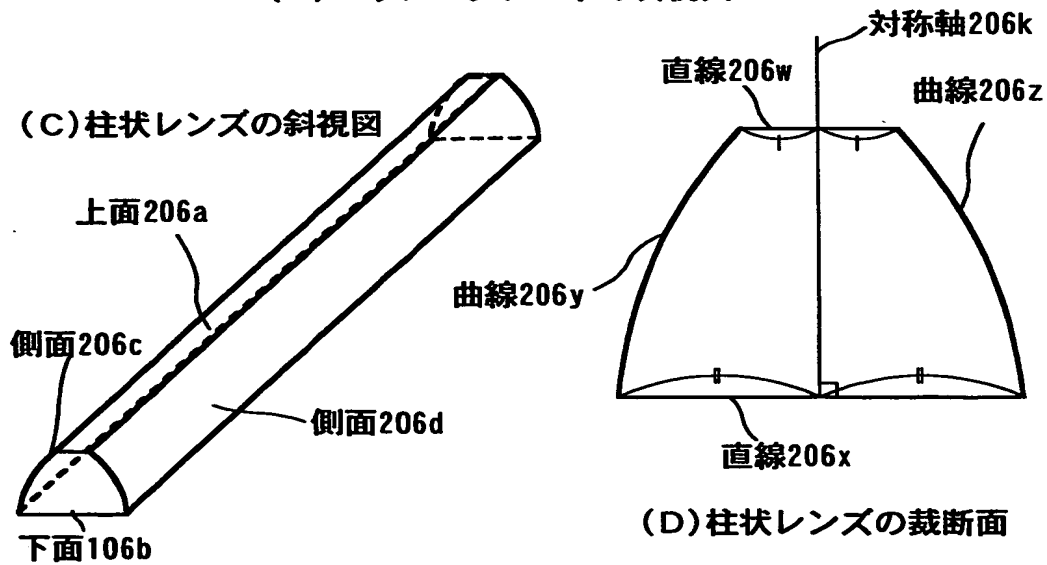
【図 6】



(A) フロントライトの断面図

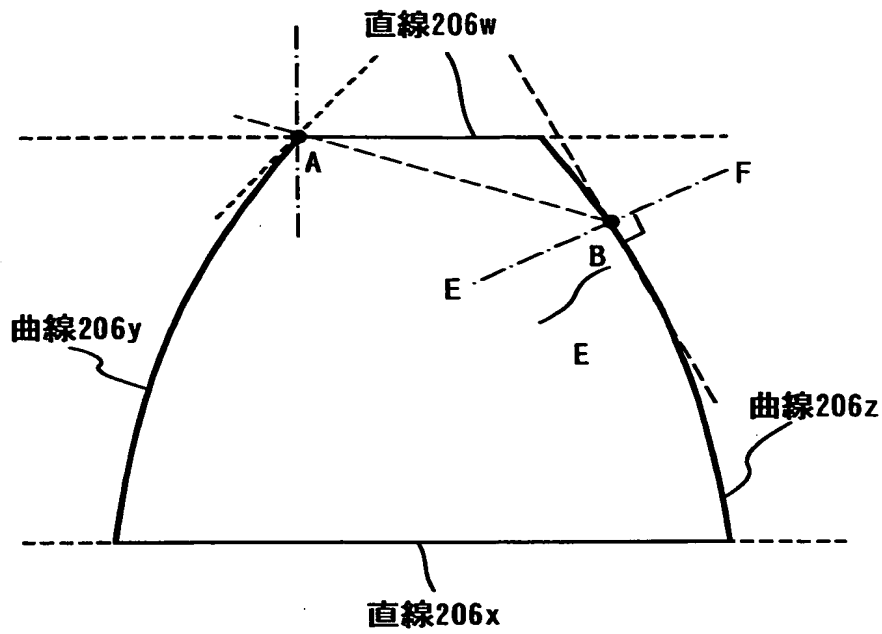


(B) コリメータシートの斜視図

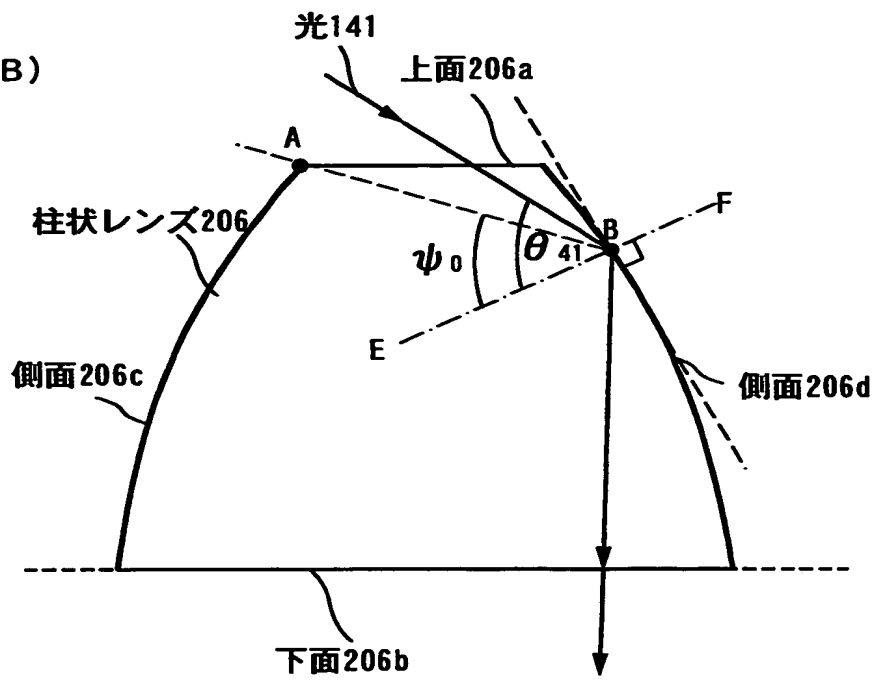


【図 7】

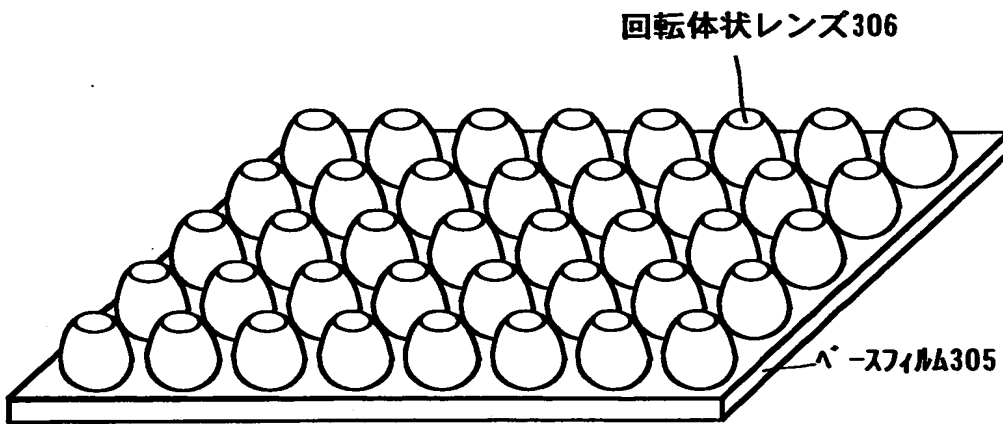
(A)



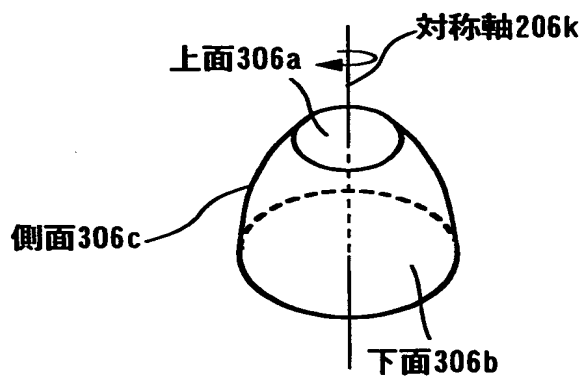
(B)



【図 8】

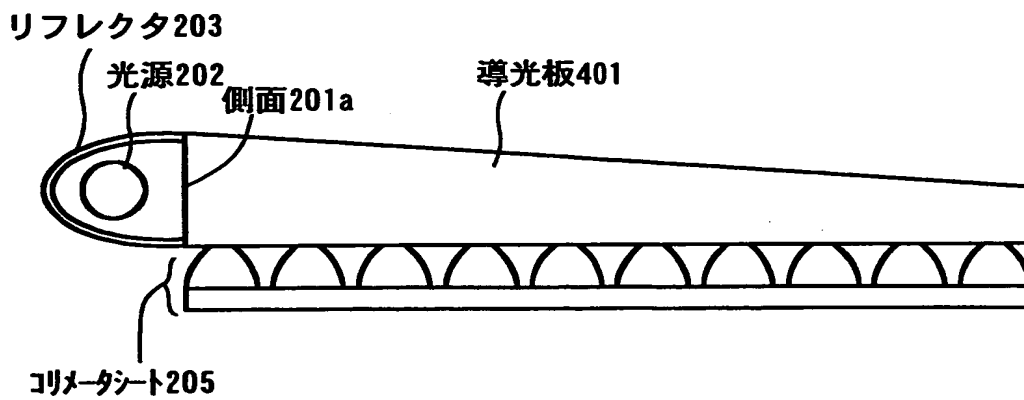


(A) コリメータシートの斜視図

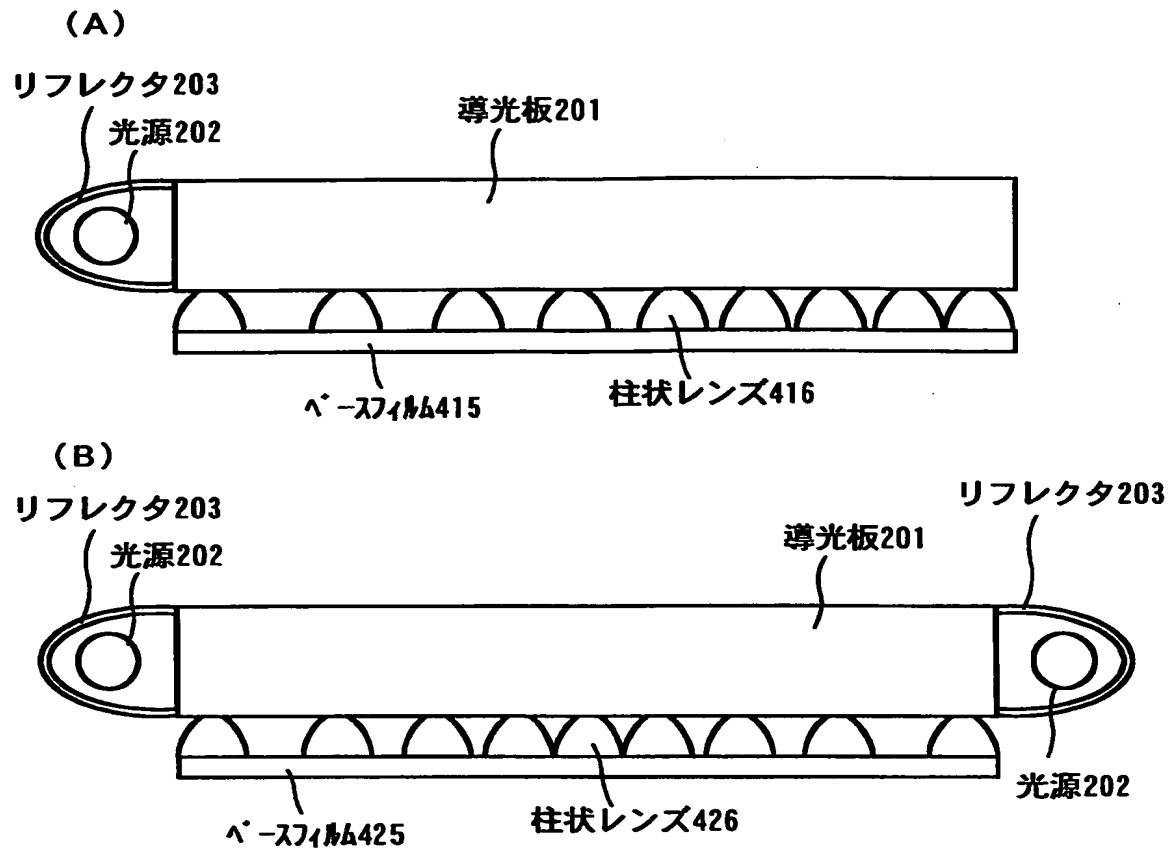


(B) 回転体状レンズの斜視図

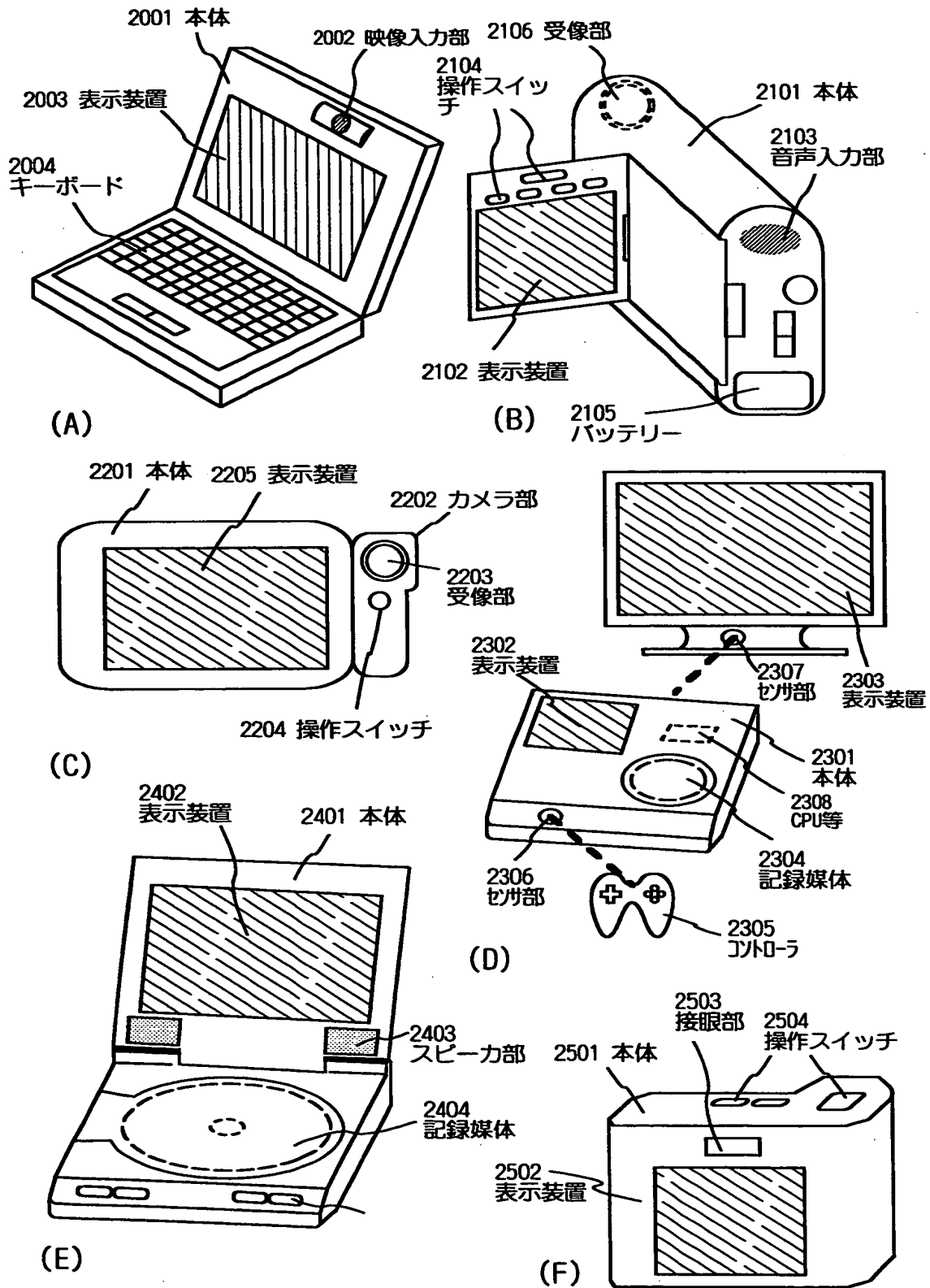
【図 9】



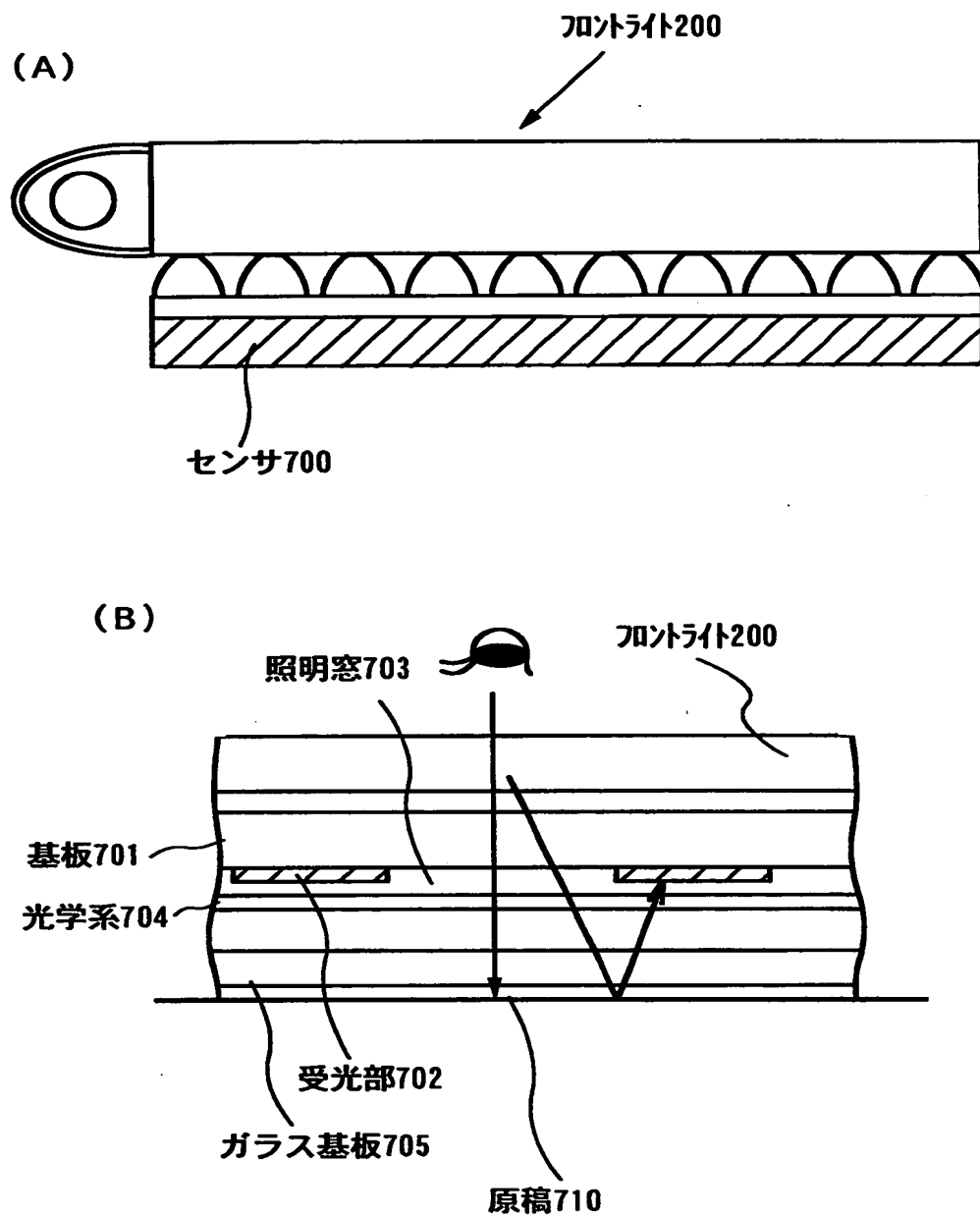
【図 1 0】



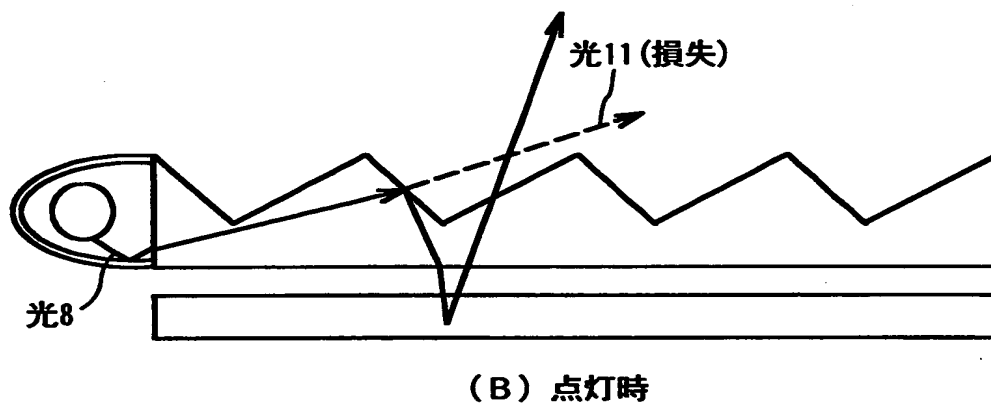
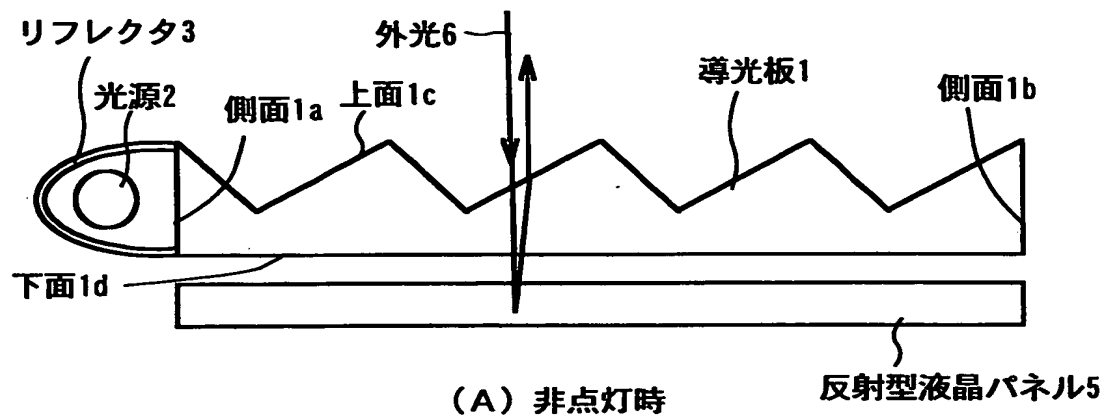
【図 11】



【図 1 2】

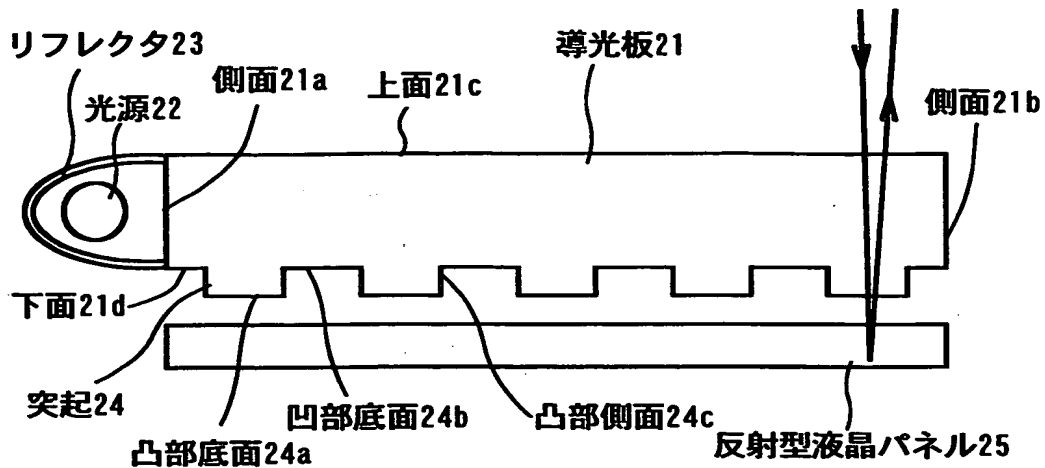


【図 1 3】

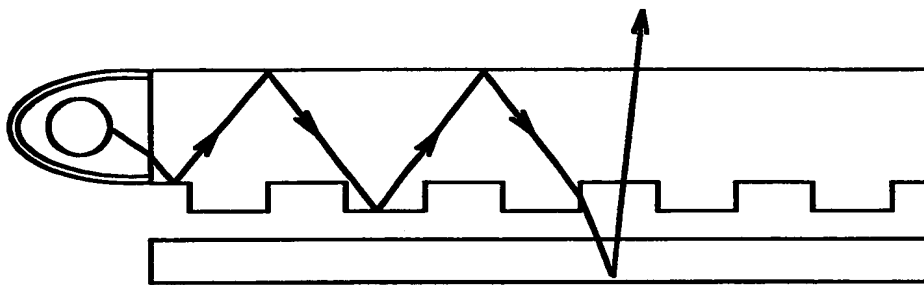


プリズム型フロントライト断面図
従来例

【図 1 4】



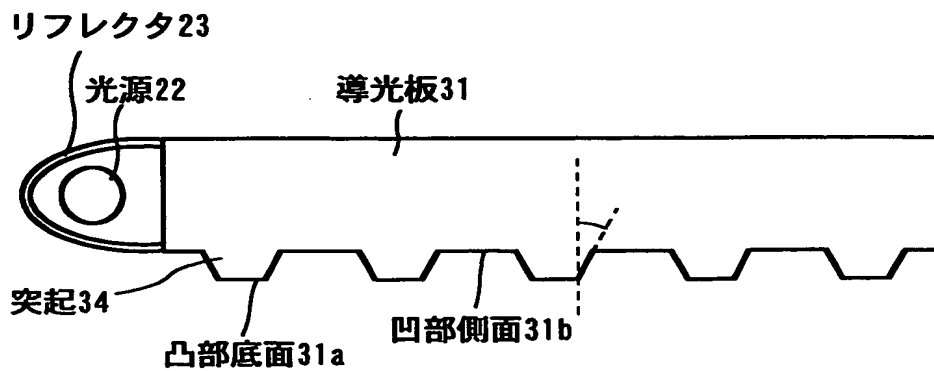
(A) 非点灯時



(B) 点灯時

突起型フロントライト断面図
従来例

【図 1 5】



突起型フロントライト断面図
従来例

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フロントライトの光利用効率を向上する。

【解決手段】 フロントライトは光源 1 0 2 と、導光板 1 0 1 と、導光板の下面に接する複数の柱状レンズ 1 0 6 とを有し、柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、等脚台形の鈍角を ϕ_{out} とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ_c とした場合、 $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_c$ である。

光源 1 0 2 の光が柱状レンズ 1 0 6 に入射すると、台形の脚がつくる側面で反射されてから、下面 1 0 6 b から外に出るため、液晶パネルの画素電極に対して垂直な方向から照明することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 5 3 8 7 8]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
氏 名	株式会社半導体エネルギー研究所